

MENU

SEARCH

INDEX

BACK

NEXT

2/3



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 08237222

(43)Date of publication of application: 13.09.1996

(51)Int.Cl. H04J 14/00  
H04J 14/02  
H04B 10/02  
H04B 10/18

(21)Application number: 07038800

(71)Applicant:

NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
<NTT>

(22)Date of filing: 27.02.1995

(72)Inventor:

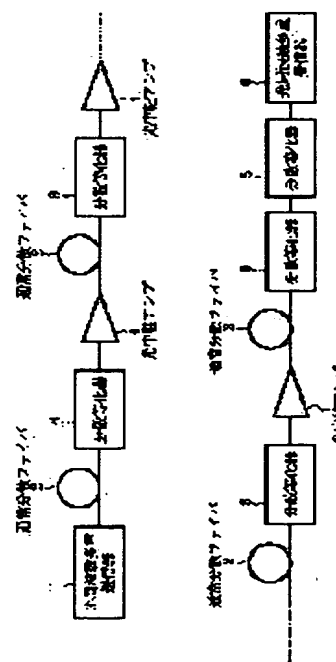
FUKUI MASAKI  
ODA KAZUHIRO  
TOBA HIROSHI

## (54) OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To compensate the influence of four-light-wave mixed light and waveform deterioration owing to wavelength dispersion by inserting a dispersion equalizing means having the dispersion value of a code inverse to the wavelength dispersed value of an optical fiber into the trailing end of the optical fiber.

**CONSTITUTION:** The optical signal with a  $1.5\ \mu\text{m}$ -band, which is transmitted from an optical frequency multiplex transmitter 1, is made incident on a normal dispersion fiber 2. In such a case, the normal dispersion fiber 2 is the optical fiber where a  $1.3\ \mu\text{m}$  band is set to be a zero dispersion wavelength and it becomes an abnormally dispersion area against the transmitted optical signal. A dispersion equalizer 3 giving regular dispersion to the optical signal is used as that arranged behind the regular dispersion fiber 2. A dispersion compensation fiber having a negative dispersion value of the  $1.5\ \mu\text{m}$  band and the dispersion equalizer using an optical waveguide exist as such dispersion equalizers. The optical signal which is dispersion-compensated by the dispersion equalizer 3 is amplified by an optical repeater amplifier 4 and is made incident on the regular dispersion fiber 2 again. The dispersion equalizer 5 optimizes the whole disperse values and an optical frequency multiplex receiver 6 receives them in a final stage.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of extinction of right]

---

Copyright (C); 1998 Japanese Patent Office

---

[MENU](#)[SEARCH](#)[INDEX](#)[BACK](#)[NEXT](#)

特開平8-237222

(43) 公開日 平成8年(1996)9月13日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 J 14/00			H 0 4 B 9/00	E
				M
H 0 4 B 10/02				
10/18				

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 6 頁)

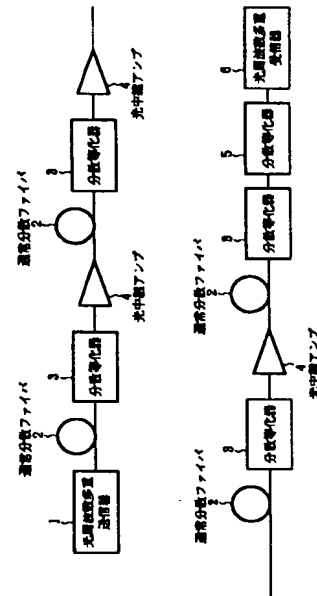
(21) 出願番号	特願平7-38800	(71) 出願人	000004226 日本電信電話株式会社 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号
(22) 出願日	平成7年(1995)2月27日	(72) 発明者	福井 将樹 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日 本電信電話株式会社内
		(72) 発明者	織田 一弘 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日 本電信電話株式会社内
		(72) 発明者	鳥羽 弘 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日 本電信電話株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 井出 直孝 (外1名)

(54) 【発明の名称】 光伝送方式

## (57) 【要約】

【目的】 複数の周波数の光信号を多重して伝送する光周波数多重伝送方式において、伝送速度や伝送距離を制限する要因となる光ファイバの波長分散を補償し、4光波混合による影響を小さくし、波形劣化を抑圧する。

【構成】 光ファイバからなる各伝送路の終端に、光ファイバの分散値と逆の符号をもつ分散等化手段を挿入して、各伝送路ごとに波長分散を補償する。さらに全伝送路の終端に全体の伝送路の分散を補償するための分散等化手段を設ける。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の光周波数信号を多重して伝送する光周波数多重伝送方式であって、前記光周波数多重信号を伝送する光ファイバがそれぞれ一つの伝送路を形成し、全伝送路が複数の光ファイバの縦続により形成された光伝送方式において、伝送路を形成する光ファイバの終端に、この光ファイバの波長分散値とは逆の符号の分散値を有する分散等化手段が挿入されたことを特徴とする光伝送方式。

【請求項2】 全伝送路の終端に全伝送路の全分散量を補正するための分散等化器が挿入された請求項1記載の光伝送方式。

【請求項3】 各伝送路を形成する光ファイバごとに光中継増幅器が配置され、前記各伝送路ごとの分散等化手段は、各光中継増幅器の前段に挿入された請求項1または2記載の光伝送方式。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、1. 3  $\mu\text{m}$ 帯に零分散波長を有する通常分散光ファイバを用いて、1. 5  $\mu\text{m}$ 帯で光周波数分割多重された光信号を伝送する光伝送方式に利用する。本発明は、特に、光波長多重通信方式での伝送速度や伝送距離を制限する要因となる光ファイバの波長分散を補償する分散補償法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】光ファイバの低損失波長領域である1. 5  $\mu\text{m}$ 帯光伝送方式では、光ファイバの波長分散による伝送波形劣化を軽減するために分散シフトファイバが用いられている。また、近年、伝送容量を拡大するために、多数の波長（周波数）の光信号を多重化して伝送する波長分割多重（WDM）あるいは光周波数分割多重（FDM）伝送方式の開発が行われている。

【0003】しかし、光ファイバの零分散波長の近傍領域において、複数の波長の光を同時に伝送した場合、光ファイバの非線形効果の一つである四光波混合の位相整合条件が成立し易い。このため、分散シフトファイバを用いた光周波数分割多重伝送方式では、光周波数チャンネル間でのクロストークが発生して伝送特性が劣化する。

【0004】またこの四光波混合の発生を抑えるために、零分散波長が信号光の波長よりも長い分散シフトファイバと短いシフトファイバを交互に配置する方式が提案されている。この方式による伝送系の構成を図3に示す。この伝送系は、送信側は複数の波長の光信号を多重化して送信する光周波数多重送信器1を備える。また受信側は、周波数多重された光信号を受信する光周波数多重受信器6を備える。伝送系は、光中継アンプによって光信号を増幅する光中継方式をとっており、この中継系は、波長分散値が $+Dps/nm/km$ の分散シフトファイバ7とこの分散シフトファイバ7の終端に光中継アンプ4を接続し、この光中継アンプ4に、こんどは波長

分散値が $-Dps/nm/km$ の分散シフトファイバ8を接続するというように、交互に反対符号の分散値をもつ分散シフトファイバ7、8を配置する構成である。

【0005】この図3に示す光伝送方式の動作を説明する。光周波数多重送信器1から出力された光信号（複数の周波数の光信号）は、信号光の中心波長に対して $+Dps/nm/km$ の分散をもつ分散シフトファイバ7に入射し、光中継アンプ4で増幅された後、分散シフトファイバ7とは逆の $-Dps/nm/km$ の分散をもつ分散シフトファイバ8に入射する。以後、互いに反対符号の分散を有する分散シフトファイバによって交互に伝送された後、光周波数多重受信器6で受信される。この光波長多重受信器6では、周波数多重された光信号をそれぞれの波長の光信号に分離（分波）して、各周波数の光信号を受信する。

【0006】図4に、この従来例による伝送距離と総分散量の関係を示す。ここで、分散シフトファイバの長さを $L(km)$ とした。例えば、伝送速度20 Gbit/s、8波（チャンネル間隔0. 9 nm）で、 $L=50 km$ として、 $D=2. 5 ps/nm/km$ としたとき、300 km伝送後に四光波混合による劣化が抑えられていることがAT&Tベル研究所により報告されている（文献OF C94, PD19）。

【0007】このように、従来例では、等しい絶対値をもつ分散シフトファイバを配置することにより、全光伝送路での分散値を「0」としつつ、各分散シフトファイバでは分散値が「0」でないため、四光波混合光発生を緩和することが可能である。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図3に示す従来例では、四光波混合の影響を無視できるほどにその発生を抑圧することは困難であり、また絶対値が等しく互いに反対符号の分散をもつ分散シフトファイバを用意しなければならない問題がある。一方、通常分散ファイバを用いれば、光ファイバの分散値が大きいため、位相整合条件がほとんど成立せず、四光波混合によるクロストーク光の発生はほとんどないが、分散値が大きいことによる波形劣化が問題となっている。

【0009】本発明の目的は、かかる事情に鑑みてなされたものであり、四光波混合光の影響および波長分散による波形劣化を補償する光伝送方式を提供することにある。

【0010】また、本発明の他の目的は、異なる特性を有する二つの分散シフトファイバを用意することなく、容易に波形劣化を小さくできる光伝送方式を提供することにある。

【0011】さらに、本発明の他の目的は、光中継方式をとり長い伝送距離にわたって光信号を伝送する光伝送方式において、各中継区間で分散補償を行って長距離、高速光伝送を可能とすることにある。

## 【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、複数の光周波数信号を多重して伝送する光周波数多重伝送方式であって、前記光周波数多重信号を伝送する光ファイバがそれぞれ一つの伝送路を形成し、全伝送路が複数の光ファイバの縦続により形成された光伝送方式において、伝送路を形成する光ファイバの終端に、この光ファイバの波長分散値とは逆の符号の分散値を有する分散等化手段が挿入されたことを特徴とする。

【0013】なお、全伝送路の終端に全伝送路の全分散量を補正するための分散等化器が挿入されたことが好ましい。

【0014】また、各伝送路を形成する光ファイバごとに光中継増幅器が配置され、前記各伝送路ごとの分散等化手段は、各光中継増幅器の前段に挿入されたことが好ましい。

## 【0015】

【作用】各伝送路を形成する光ファイバは、零分散波長が光伝送信号の波長近傍にある光ファイバではなく、伝送光信号の波長に対して異常分散領域または正常分散領域の分散値を有する光ファイバである。このため、四光波混合が抑圧される。また、光ファイバの分散値のずれによる波形劣化を補償するために異常分散に対しては正常分散、正常分散に対しては異常分散の分散値をもつ、分散等化器を各伝送路（各光ファイバ）の終端に配置して、それぞれの伝送路によって生ずる分散を補償する。

【0016】さらに、各伝送路と分散等化器の全分散量を最適値に補正するための分散等化器を全伝送路の終端（光周波数多重受信器の前段）に配置して、全伝送路と分散等化器による全分散量（分散の累積）を補償する。

## 【0017】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。

【0018】図1は、本発明の光伝送方式の実施例の構成を示すものである。この本実施例は、複数の光周波数信号を多重して伝送する光周波数多重伝送方式であって、前記光周波数多重信号を伝送する通常分散ファイバ2がそれぞれ一つの伝送路を形成し、全伝送路が複数の通常分散ファイバ2の縦続により形成された光伝送方式において、伝送路を形成する通常分散ファイバ2の終端に、この通常分散ファイバ2の波長分散値とは逆の符号の分散値を有する分散等化手段としての分散等化器3が挿入されたことを特徴とする。

【0019】本実施例の構成による光分散の補償について説明する。

【0020】光周波数多重送信器1から送出され1.5  $\mu\text{m}$ 帯の光信号は、通常分散ファイバ2に入射する。この場合、通常分散ファイバ2は、1.3  $\mu\text{m}$ 帯を零分散波長とする光ファイバであり、伝送する光信号に対して

は異常分散領域となる。このため、通常分散ファイバ2の後に配置される分散等化器3としては、光信号に正常分散を与えるものを用いる。このような分散等化器としては、1.5  $\mu\text{m}$ 帯で負の分散値を有するような分散補償ファイバや光導波路を用いた分散等化器などが提案されている。分散等化器3で分散補償された光信号は光中継アンプ4で増幅された後、再び通常分散ファイバ2に入射する。そして最終段において、分散等化器5で全体の分散値を最適化した後、光周波数多重受信器6で受信される。

【0021】図2に、本実施例における伝送距離と総分散量の関係を示す。図2の実線は、各段で完全に分散を等化した理想的な場合を示しており、点線は各段で分散を完全に補償しきれずに、最適値に補償するために最終段に分散等化器を追加した場合を示している。ここで、通常分散ファイバの分散値を  $D_s(p\text{s}/\text{nm}/\text{km})$ 、長さを  $L(\text{km})$  とした。例えば、 $D_s$  を  $16 p\text{s}/\text{nm}/\text{km}$  とし、 $L = 40 \text{ km}$  とすれば、補償すべき分散量は  $640 p\text{s}/\text{nm}/\text{km}$  であり、これは分散補償ファイバを用いれば数dB程度のパワー損失で補償できる値である。

【0022】なお、上記実施例では、伝送路として光伝送信号に対しては異常分散領域になる1.3  $\mu\text{m}$ 帯零分散光ファイバを用いた例で説明したが、伝送路として光信号に対して正常分散領域になる光ファイバを用いた場合には、分散等化器として異常分散を与えるものを用いる。

## 【0023】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、四光波混合の影響を小さくし、かつ波長分散による波形劣化を補償した光周波数分割多重伝送を行うことができる。これにより伝送距離を長距離化し、高速の光周波数分割多重伝送を行うことができる。

【0024】また、絶対値が等しく互いに反対符号の分散値をもつ分散シフトファイバをもって伝送路を構成する必要がないため、伝送路の構成を単純化できる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の構成を示す図。

【図2】実施例の伝送距離と総分散量の関係を示す図。

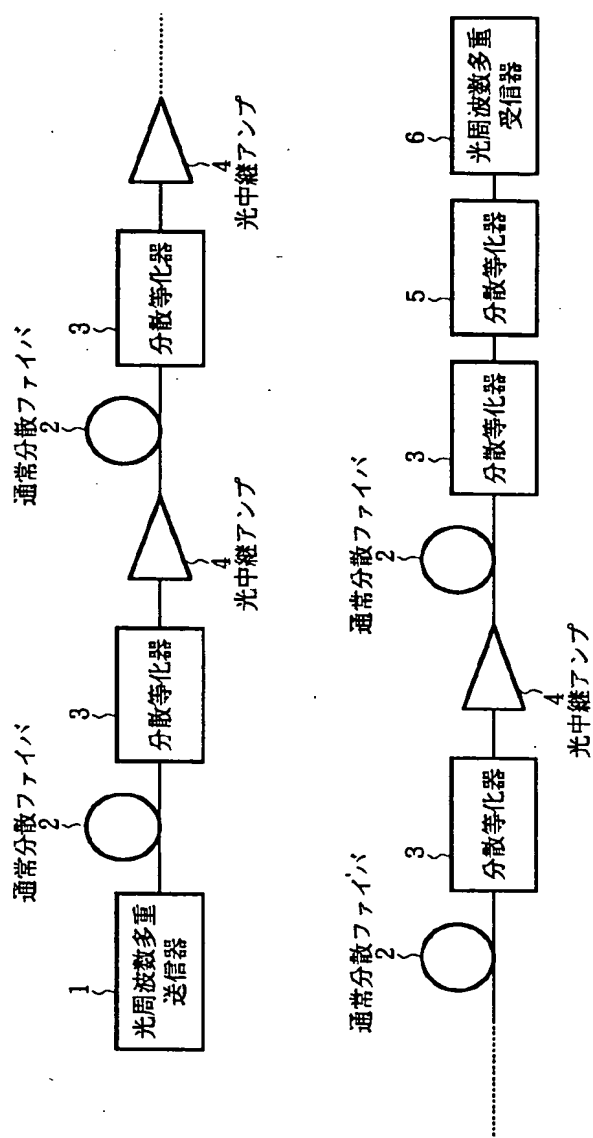
【図3】従来例の構成を示す図。

【図4】従来例における伝送距離と総分散量の関係を示す図。

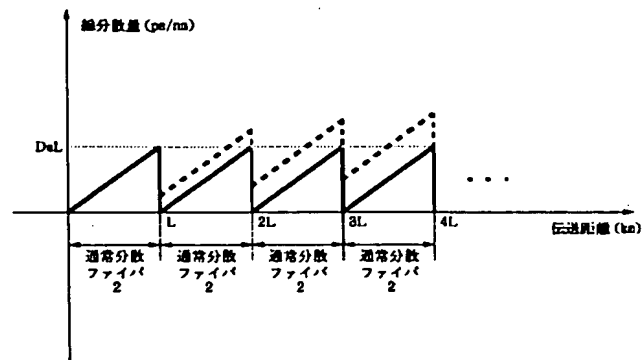
## 【符号の説明】

- 1 光周波数多重送信器
- 2 通常分散ファイバ
- 3、5 分散等化器
- 4 光中継アンプ
- 6 光周波数多重受信器
- 7、8 分散シフトファイバ

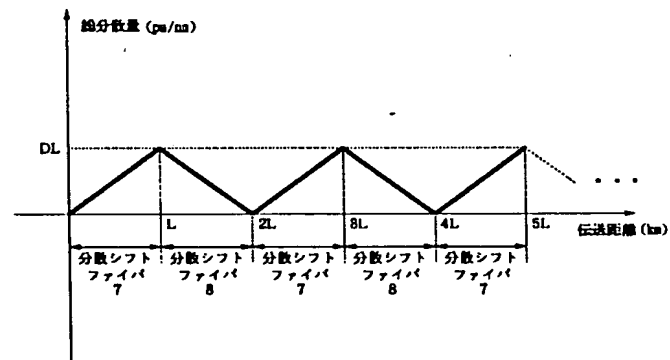
【図1】



【図 2】



【図 4】



【図3】

